

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-79535

(P2004-79535A)

(43) 公開日 平成16年3月11日(2004. 3. 11)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

B

3 K 0 0 7

C 0 9 K 11/06

C 0 9 K 11/06

6 1 0

H 0 5 B 33/02

C 0 9 K 11/06

6 2 0

H 0 5 B 33/22

C 0 9 K 11/06

6 3 5

H 0 5 B 33/26

C 0 9 K 11/06

6 4 0

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-292724 (P2003-292724)

(22) 出願日 平成15年8月13日 (2003. 8. 13)

(31) 優先権主張番号 2002-048739

(32) 優先日 平成14年8月17日 (2002. 8. 17)

(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 399101854

コリア インスティテュート オブ サイ

エンス アンド テクノロジー

大韓民国, ソウル 136-130, スン

ブーク, ハウォルコックードン 39-

1

(74) 代理人 100078662

弁理士 津国 肇

(74) 代理人 100075225

弁理士 篠田 文雄

(74) 代理人 100113653

弁理士 東田 幸四郎

(72) 発明者 金 永▲ちゅる▼

大韓民国ソウル特別市松坡区蠶室洞320

宇星アパート108-606

最終頁に続く

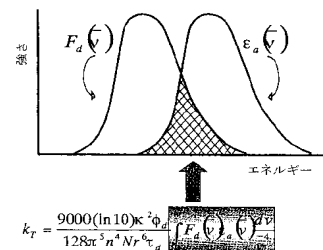
(54) 【発明の名称】 有機白色発光ブレンド材料及びこれを使用して製造したエレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 三成分以上をブレンドして白色発光材料を製造する際に、ブレンドするか、又はドーピングする各副成分 (guest) 間のエネルギー伝達を抑制させて、主成分を含む各成分間のエネルギー伝達を 果的に制御することで、安定した白色発光を示し、発光効率に優れた有機発光材料を提供すること。

【解決手段】 三以上の成分の有機発光材料から構成され、この中で最も高いバンドギャップを有する物質をホストとし、残りの各成分をドーパントとして、全重量を基準にホストに、ドーパントが0. 1重量%以下の微量ドーピングされている有機白色発光材料である。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

三つ以上の有機発光材料の成分を含む有機白色発光ブレンド材料であって、三つ以上の成分の中で、最も高いバンドギャップエネルギーを有する一つの成分をホストとし、残りの成分をドーパントとし、ドーパントが全重量を基準にホストに 0.1 重量%以下の微量ドーピングされていることを特徴とする有機白色発光ブレンド材料。

【請求項 2】

ホスト材料の吸収ピーク波長で光励起を行うとき、各ドーパントのフォトルミネッセンス強度がホストのそれと類似するようにフェスタエネルギー伝達がホストから各ドーパントに生じ、各ドーパント間でフェスタエネルギー伝達による影響がない、請求項 1 記載の有機白色発光ブレンド材料。

10

【請求項 3】

各有機発光材料の成分が、発光型共役系高分子、発光型非共役系高分子、有機低分子発光材料及びこれらの材料の共重合体からなる群から選択される、請求項 1 記載の有機白色発光ブレンド材料。

【請求項 4】

発光型共役系高分子が、ポリ(パーフェニレンビニレン)、ポリチオフェン、ポリ(パーフェニレン)、ポリフルオレン、ポリキノリン、ポリアセンチレン及びポリピロール、並びにこれらの材料の誘導体からなる群から選択され、かつ、

発光型非共役系高分子が、ポリ(9-ビニルカルバゾール)及びその誘導体を含む、請求項 3 記載の有機白色発光ブレンド材料。

20

【請求項 5】

低分子発光材料は、リガンド構造の金属キレート化合物、ルブレン、アントラセン、ペリレン、クマリリン 6、ナイルレッド、芳香族ジアミン、TPD (N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス-(3-メチルフェニル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン)、TAZ (3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール)、DCM (ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン) 及びこれらの材料の誘導体からなる群から選択される、請求項 4 記載の有機白色発光ブレンド材料。

【請求項 6】

透明基板上に半透明電極を有する基板と、

半透明電極上に形成された発光層と、

発光層上に形成された金属電極と、を含み、

発光層が、三つ以上の有機発光材料の成分を含むブレンド材料から形成され、三つ以上の成分の中で、最も高いバンドギャップエネルギーを有する一つの成分をホストとし、残りの成分をドーパントとし、ドーパントが全重量を基準にホストに 0.1 重量%以下の微量ドーピングされていることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 7】

透明基板が、ガラス、石英、及び透明なプラスチック材料である PET (ポリエチレンテレフタレート) 板からなる群から選択される、請求項 6 記載のエレクトロルミネッセンス素子。

40

【請求項 8】

半透明電極が、ITO (インジウムスズ酸化物)、PEDOT (ポリエチレンジオキシチオフェン) 及びポリアニリンからなる群から選択される、請求項 6 記載のエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】

金属電極が、アルミニウム、マグネシウム、リチウム、カルシウム、銅、銀、金及びこれらの材料の合金からなる群から選択される、請求項 6 記載のエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 10】

50

透明基板上に半透明電極を有する基板と、
 半透明電極上に形成された正孔輸送層と、
 正孔輸送層上に形成された発光層と、
 発光層上に形成された金属電極と、を含み、
 発光層が、三つ以上の有機発光材料の成分を含むブレンド材料から形成され、三つ以上の成分の中で、最も高いバンドギャップエネルギーを有する一つの成分をホストとし、残りの成分をドーパントとし、ドーパントが全重量を基準にホストに0.1重量%以下の微量ドーピングされていることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項11】

正孔輸送層が、ポリビニルカルバゾール及びその誘導体を含む高分子、CBP(4,4'-ジカルバゾールイル-1,1'-ビフェニル)、TPD(N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)、NPPB(4,4'-ビス[N-(1-ナフチル-1-)-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル)、トリアリールアミン、ピラゾリン及びこれらの誘導体を含む有機低分子材料、並びに正孔輸送部分を含む有機低分子及び高分子材料からなる群から選択される一つ以上から構成される、請求項10記載のエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項12】

透明基板上に半透明電極を有する基板と、
 半透明電極上に形成された発光層と、
 発光層上に形成された電子輸送層と、
 電子輸送層上に形成された金属電極と、を含み、
 発光層が、三つ以上の有機発光材料の成分を含むブレンド材料から形成され、三つ以上の成分の中で、最も高いバンドギャップエネルギーを有する一つの成分をホストとし、残りの成分をドーパントとし、ドーパントが全重量を基準にホストに0.1重量%以下の微量ドーピングされていることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項13】

電子輸送層が、TPBI(2,2',2''-(1,3,5-フェニレン)-トリス[1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール])、ポリ(フェニルキノキサリン)、1,3,5-トリス[(6,7-ジメチル-8-フェニル)キノキサリン-2-イル]ベンゼン(Me-TPQ)、ポリキノリン、トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(AIQ3)、{6-N,N'-ジエチルアミノ-1-メチル-3-フェニル-1H-ピラゾロ[3,4-b]キノリン}(PAQ-NE72)及び電子輸送部分を含む有機低分子及び高分子材料からなる群から選択される一つ以上の材料から構成される、請求項12記載のエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項14】

透明基板上に半透明電極を有する基板と、
 半透明電極上に形成された正孔輸送層と、
 正孔輸送層上に形成された発光層と、
 発光層上に形成された電子輸送層と、
 電子輸送層上に形成された金属電極と、を含み、
 発光層が、三つ以上の有機発光材料の成分を含むブレンド材料から形成され、三つ以上の成分の中で、最も高いバンドギャップエネルギーを有する材料をホストとし、残りの成分をドーパントとし、ドーパントが全重量を基準にホストに0.1重量%以下の微量ドーピングされていることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(electroluminescence、以下「EL」という)素子の発光層の材料に使用される白色発光用の有機材料及びこれらの材料から製造される発光層を含む有機EL素子に関する。本発明の有機／高分子白色EL素子は、スピン

10

20

30

40

50

キャストリングにより溶媒から簡単に薄膜を形成することができ、電気を印加すると発光する。したがって、これらの材料を使用して製造された素子は、液晶ディスプレイのバックライト、照明装置に使用され、及び赤、青及び緑の三原色のカラーフィルタを組み合わせ製造することで、カラーフラットパネルディスプレイに應用することができる。

【背景技術】

【0002】

低分子量材料或いは高分子材料などの有機材料を使用した白色EL素子を得るために、色々な方法が使用されてきたが、主に2種類の方法に分類することができる。第1の方法は、キド等（非特許文献1）、シ等（非特許文献2）、オグラ等（特許文献1）及びデシパンデ等（非特許文献3）によって試みられたように、赤、青及び緑色を発する多数の材料から構成された多層膜素子を製造する方法である。このような方法を使用する場合、多層薄膜の形成が難しいだけでなく、白色発光を得るまで各薄膜層の厚さを変化させる試行錯誤を繰り返さなければならない。更に、印加電圧によって発光色が大きく変化する致命的な短所がある。

【0003】

第2の方法は、グランストロム等（非特許文献4）、キド等（非特許文献5）、シ等（特許文献2）及びチェーン等（特許文献3）によって試みられたように、発光ホスト物質に有機発光色素をドーピングするか、又はブレンドすることである。この方法は、第1の方法よりも簡単であるが、この方法も一定の規則がなく、白色発光を得るためには試行錯誤を繰り返さなければならない。特に、ブレンドするか、又はドーピングする成分がそれらの間で混和性に優れる場合、高エネルギー成分から低エネルギー成分へのエネルギー伝達が発生するため、ブレンド又はドーピングレベルに依存して、ホスト材料のスペクトルが著しく変化するので、最終の発光スペクトルを予測することが難しくなる。特に、三つ以上の成分をブレンドして白色発光材料を製造するときは、成分間のエネルギー伝達を制御することがより困難である。成功した白色発光は、ブレンドされる成分間のエネルギー伝達をいかにして果的に制御するかによって決まる。

【0004】

【特許文献1】 T. Ogura, T. Yamashita, M. Yoshida, K. Emoto, S. Nakajima, US5283132

【特許文献2】 J. Shi, C. W. Tang, US5683823

【特許文献3】 S. A. Chen, E. C. Chan, K. R. Chuang, US6127693

【非特許文献1】 J. Kido, M. Kimura, K. Nagai, Science, 267, p1332(1995)

【非特許文献2】 Z. Y. Xie, Y. Liu, J. S. Huang, Y. Wang, C. N. Li, S. Y. Liu, J. C. Chen, Synth. Met. 106, p71(1999)

【非特許文献3】 R. S. Deshpande, V. Bulovic, S. R. Forrest, Appl. Phys. Lett. 75, p888(1999)

【非特許文献4】 M. Granstrom, O. Inganäs, Appl. Phys. Lett. 68, p147.(1996)

【非特許文献5】 J. Kido, H. Shionoya, K. Nagai, Appl. Phys. Lett. 67, 2281(1995)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたもので、三つ以上の成分をブレンドして白色発光材料を製造するとき、ブレンドするか、又はドーピングする各副成分（guest）間のエネルギー伝達を抑制して、主成分（host）を含む各成分間のエネルギー伝達を果的に制御することで、安定した白色発光を発し、その発光効率に優れる有機発光材料を提供することを目的とする。

【0006】

また、本発明の他の目的は、このような有機白色発光材料を使用して製造したEL素子を提供することである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

このような本発明の目的、特徴、態様及び利点は、最も高いバンドギャップエネルギーを有する一つの成分をホストとし、残りの成分をドーパントとし、ドーパントが全重量を基準にホストに0.1重量%以下の微量ドーピングされていることを特徴とする有機白色発光ブレンド材料によって達成される。

【0008】

本発明は、添付する図面を参照しながら、以下に述べる詳細な説明により、一層明確になるであろう。

【発明の効果】

10

【0009】

本発明は、三つ以上の成分の有機発光材料を混合して高効率の白色発光を発する有機発光ブレンド材料を提供し、この材料を使用するEL素子を製造する。本発明のEL素子は、透明基板上に半透明電極を有する基板と、種々の発光色素が0.1重量%以下の濃度で添加された二種以上のドーパントを含む、三つ以上の発光成分のブレンドにより形成された半透明電極上の有機白色発光層と、この白色発光層上に蒸着された金属電極と、を含む。本発明のEL素子は、安定した白色発光を発し、発光効率が優れるため、フラットパネル及びプラスチックディスプレイの開発に広く応用することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

20

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、図面を用いて説明する。

【0011】

本発明は、高いバンドギャップエネルギーを有する一つのホスト発光材料と、二種以上の発光ドーパント（すなわち、三種以上の成分）を使用して、発光ドーパント間のエネルギー伝達を効果的に制御することにより、白色発光の新しい基準を提供する。

【0012】

本発明においては、種々のドーパントを含むブレンド材料において、各ドーパント間のエネルギー伝達を制御し、ホスト材料から各ドーパントのみにエネルギーを伝達する。このために、本発明者らは、全重量を基準に0.1重量%以下の極微量のドーパントをホスト材料に導入する微量ドーピング法を開発した。この方法は、一定の基準なしに試行錯誤を繰り返して白色発光材料を製造する従来のブレンドやドーピング法に比べると、画期的な方法である。

30

【0013】

本発明の有機白色発光ブレンド材料は、EL素子の発光層の物質として使用することができる。しかも、これらの材料から製造された発光層を使用すると、青色から赤色まで広い範囲の発光スペクトルで光を発する高効率の白色発光素子を製造することができる。

【0014】

本発明において、白色発光ブレンド材料に使用し得る高分子ブレンドは、発光型共役系高分子として、ポリフルオレン、ポリ（P-フェニレンビニレン）、ポリチオフェン、ポリ（P-フェニレン）、ポリキノリン、ポリピロール、ポリアセチレン及びこれらの誘導体を、発光型非共役系高分子としてポリ（9-ビニルカルバゾール）及びその誘導体などを使用することができる。また、低分子量有機発光材料として、リガンド構造の金属キレート化合物、ルブレン、アントラセン、ペリレン、クマリン6、ナイルレッド、芳香族ジアミン、TPD（N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス（3-メチルフェニル）-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン）、TAZ（3-（4-ビフェニル）-4-フェニル-（4-tert-ブチルフェニル）1,2,4-トリアゾール）、DCM（ジシアノメチレン-2-メチル-6-（P-ジメチルアミノスチリル）-4-H-ピラン）及びこれらの誘導体を全て使用することができる。

40

【0015】

本発明の理論的な根拠は、「フェスタ（Forster）エネルギー伝達」である。このエネル

50

ギ伝達は、ドナーとアクセフタ間の距離がファン・デル・ワールス半径の和よりも数倍大きいときに発生する長距離励起エネルギー伝達を意味する。フェスタは、孤立されたドナーとアクセフタとの一対の間の双極子-双極子相互作用により発生するエネルギーの伝達速度 (κT) を実験的に得ることが出来るパラメータについて、次式を示した[T. Forster, Discuss. Faraday Soc. 7, p27(1959)]。

【0016】

【数1】

$$k_T = \frac{9000 (\ln 10) \kappa^2 \phi_d}{128 \pi^5 n^4 N R^6 \tau_d} \int_0^\infty F_D(\nu) \epsilon_A(\nu) \frac{d\nu}{\nu^4}$$

10

【0017】

ここで、「 κ^2 」は、転移双極子空間におけるドナーとアクセフタとの間の相対的方向を示す。「 ϕ_d 」は、アクセフタがない下でのドナーの量子効率を示す。「 n 」は、ドナーとアクセフタとの間に存在する媒体の屈折率を示す。「 N 」は、アボガドロの数であり、「 R 」は、ドナーとアクセフタとの中心間の距離である。「 τ_d 」は、アクセフタがない下でのドナーの固有平均発光時間を示す。「 $F_D(\nu)$ 」は、ドナー発光の正規化されたスペクトルを示し、「 $\epsilon_A(\nu)$ 」は、波長 ν の関数として表わされるアクセフタのモル当たりの吸光度 ($1 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) を示す。効率的なエネルギー伝達は、ドナーの発光スペクトルとアクセフタの吸光スペクトルとが互いに重なり合うときにのみ発生することができる (図1参照)。

20

【0018】

本発明は、二つ以上のドーパント間の距離 (R) を大きくすることに重点をおいた。すなわち、ドーパント間の距離を長くすると、エネルギー伝達が各ドーパント間で発生することが難しくなり、ホストと各ドーパント間でのみエネルギー伝達が発生する。このような場合、所望の色はホストと各ドーパント間のエネルギー伝達のみを考慮して得ることができ、各ドーパントを一つのホスト材料に混ぜるときも、ドーパント間に発生するエネルギー伝達による影響を受けない。したがって、ホストと各ドーパント間のエネルギー伝達を通して得ることができる色成分の組合せにより、白色発光スペクトルを設計することができる。

30

【0019】

例えば、A、B及びCからなる三成分ブレンド系について説明する。Aが最大のバンドギャップ材料であり、Bが2番目に大きく、Cが最小とすると、A (高分子) はホスト (エネルギードナー) として使用され、B及びC (高分子又は低分子量材料) はドナーAからエネルギー伝達を受ける。すなわち、B及びCの吸光スペクトルは、Aの発光スペクトルと重なり合う。Bの発光スペクトルとCの吸光スペクトルは相互に重なり合うため、エネルギー伝達の多くの経路、例えば、 $A \uparrow B \uparrow C$ 、 $A \uparrow B$ 、 $A \uparrow C$ 、 $B \uparrow C$ が存在し、ホストと各ドーパント間で起こるエネルギー伝達の制御が容易でない。したがって、従来の試行錯誤の方法では、白色発光ブレンドの組成を決定することが極めて難しくなる。なおかつ、三つの成分を超えて四つ以上の成分のブレンドから所望の発光スペクトルを得るためのエネルギー伝達の制御は、更に難しくなる。

40

【0020】

この三つの成分系の代表的な場合を図2に示す。図2は、ポリ (2, 7-ビス (P-スチリル) -9, 9'-ジ-*n*-ヘキシルフルオレンセバケート) (PBSDHFS) (Y. C. Kim, T. W. Lee, O. O. Park, C. Y. Kim, H. N. Cho, Advanced Materials, 13, p646(2001)を参照)、ポリ (9, 9'-ジ-*n*-ヘキシルフルオレンジビニレン-alt-1, 4-フェニレンジビニレン) (PDHFPV) (Y. C. Kim, T. W. Lee, O. O. Park, C. Y. Kim, H. N. Cho, Advanced Materials, 13, p646(2001)を参照)、4- (ジシアノメチレン) -2-メチル-6- (p-ジメチルアミノスチリル) -4H-ピラン (D

50

CM)の吸光及びフォトルミネッセンス(Photoluminescence、以下「PL」という)スペクトルを示している。

【0021】

これらの材料のスペクトル上の吸光及びPLバンドから判断すると、PBSDHFSは物質Aに相当し、PDHFPVは物質Bに相当し、DCMは物質Cに相当することが分かる。図面において、「a」は、PBSDHFSの吸光スペクトル、「b」はPDHFPVの吸光スペクトル、「c」はPBSDHFSのPLスペクトル、「d」はDCMの吸光スペクトル、「e」はPDHFPVのPLスペクトル、「f」はDCMのPLスペクトルを夫々示す。

【0022】

すなわち、本発明の特徴は、B及びCを0.1重量%以下の微量ドーピングして、ドーパントB及びCの間のエネルギー伝達を率的に遮断することにある。ドーパントB及びCの含有量が極微量であるため、二つのドーパント間の距離(R)が大きくなり、これによりエネルギー伝達が各ドーパント間ではほとんど起こらない。したがって、各ドーパント成分は、ホストのみからエネルギー伝達を受けるようになる。したがって、上述の場合には、A↑B及びA↑Cのエネルギー伝達のみを考慮すればよい。このような微量ドーピングによって、三つ以上の成分の高分子ブレンドにおけるエネルギー伝達のメカニズムを果的に制御することが可能になる。

【0023】

ドーパント成分のドーピング含量は、使用する物質によって変化するが、好ましくは0.1重量%以下である。ドーパントに使用する物質によっては、0をわずかに越える極微量、又は10⁻⁵重量%程度のドーピングによっても本発明の目的を達成することができる。

【0024】

上述の三つの材料を用いて、本発明をより具体的に説明する。図3は、ドーパントBの濃度が増加するにつれて、A及びBの二成分ブレンドの発光スペクトルがエネルギー伝達によりどのように変化しているかを示している。Aが液晶性発光物質で、Bも類似のフルオレン系物質であるので、Bが少量添加されたAとBとのブレンドも液晶性を有する。したがって、ランダムな双極子方向性を有する高分子ブレンドに比べて、AとBのブレンドは、 κ^2 の係数が大きいので、エネルギー伝達が率的に発生することが分かる。図3に示したように、Bを0.014重量%程度の極めて低い濃度で添加したとき、A及びBの発光が、二成分ブレンドの全体スペクトルにほぼ同等に寄与していることを確認することができる。このようにして、A及びBが同等の発光強度を有する成分比を決定することができた。

【0025】

図4は、A及びCの二成分ブレンドにおいて、ドーパントCの濃度の増加によるスペクトルの変化を示すが、やはりCが0.06重量%の極めて低い濃度でAに添加されたとき、Aの発光強度とCの発光強度とがほぼ同等であることが分かった。

【0026】

したがって、AにB及びCを夫々0.014重量%、0.06重量%を添加したとき、図4の三成分ブレンドに示したように、A、B及びCが、相異なる波長領域で、三成分ブレンドのPLスペクトルに対して発光強度がほぼ同等に寄与し、ブレンドは白色発光を示した。

【0027】

上記方法を使用して、四成分以上の高分子ブレンドに対しても同様に白色発光を得ることができる。第四の成分として、ピーク波長500nmを有し、緑色光を発するアルミナキノン(A193)を用いることができる。A193の組成を変化させながら、A/A193の二成分ブレンドのスペクトルの変化を分析すると、ブレンド中のA193の最適濃度は0.04重量%であった。最終的に、上記で決定された量で混合されたA、B及びCのブレンドにA193を0.04重量%添加すると、やはり白色発光を得ることができた。

10

20

30

40

50

【0028】

このような方法により得られる白色発光ブレンド材料に添加される各ドーパントの濃度は、使用する各物質によって性質が相違するため、正確に一つの組成のみに特徴づけることはできないが、明確に表れる共通的な事実は、0.1重量%以下の極めて微小の濃度を有することである。この点は、高分子をホストにして白色発光を得ようと試みた他の発明においては見られなかった本発明の特徴の一つである。

【0029】

すなわち、本発明は、高分子をホストに使用した多成分のELブレンド材料において、各ドーパント間のエネルギー伝達を果的に遮断することにより、白色発光を得るために、簡単で便利な方法を提供する。このとき、エネルギー伝達を制御する方法として、微量ドーピング法を使用する。

10

【0030】

本発明はまた、上記の高分子ブレンド材料から形成された発光層を含む有機及び/又は高分子白色EL素子を提供する。図5に示したように、本発明による有機白色発光材料を含むEL素子において、半透明電極2が形成されたガラス板などの透明基板1上に、本発明のブレンド溶液からスピンキャストされた発光層4が形成されている。発光層上には、金属電極6が形成されている。発光効率を増進させるため、半透明電極2と白色発光層4間に、正孔輸送層3を配置するか、又は白色発光層4とカソード金属電極6の間に電子輸送層5を更に含むこともできる。

【0031】

20

透明基板として、ガラス、石英又は透明なプラスチック材料であるPET（ポリエチレンテレフタレート）板を使用し、半透明電極として、ITO（インジウムスズ酸化物）、PEDOT（ポリエチレンジオキシチオフェン）又はポリアニリンを使用することができる。カソード金属電極は、アルミニウム、マグネシウム、リチウム、カルシウム、銅、銀、金及びこれらの材料の合金からなる群から選択される。

【0032】

一方、正孔輸送層は、ポリ（9-ビニルカルバゾール）、又は4,4'-ジカルバゾールイル-1,1'-ビフェニル（CBP）、TPD（N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス（3-メチルフェニル）-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン）又はNPB（4,4'-ビス[N-（1-ナフチル-1-）-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル）を含む高分子誘導体、トリアリールアミン又はビラゾリンを含む低分子誘導体、又は正孔輸送部分を含む有機分子から構成されることが好ましい。電子輸送層は、TPBI（2,2',2''-（1,3,5-フェニレン）-トリス[1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール]）、ポリ（フェニルキノキサリン）、1,3,5-トリス[（6,7-ジメチル-8-フェニル）キノキサリン-2-イル]ベンゼン（Me-TPQ）、ポリキノリン、トリス（8-ヒドロキシキノリン）アルミニウム（Alq3）、{6-N,N'-ジエチルアミノ-1-メチル-8-フェニル-1H-ビラゾロ[8,4-b]キノリン}（PAQ-NE72）又は電子輸送部分を含む有機分子から構成されることが好ましい。

30

【0033】

EL素子の発光効率は、外部の量子効率として表示されるが、これは、注入された電子に対して発光された光子（フォトン）の数をパーセントによって表示される。

40

【0034】

以下に、実施例を用いて本発明をより詳細に説明する。

【実施例1】

【0035】

三成分含有白色発光材料の製造及びPLスペクトルIの確認

液晶性フルオレン系発光物質であるPBSDHFSをブレンドのホスト及びエネルギー伝達のドナーとして使用した。やはりフルオレン系発光物質であるPDHFPV及び低分子発光物質であるDCMをドーパントとして使用した。ホストのPBSDHFSとドーパントのPDHFPVとから構成された二成分系ブレンドにおいてPDHFPVの濃度

50

を変化させた結果、0.014重量%でPBSDHFSとPDHFPVとのPL強度がほぼ同一となった。また、DCMをドーパントに使用した場合は、0.06重量%でやはりPBSDHFSのPL強度とDCMのPL強度が同一となった。最終的に、PBSDHFSに0.014重量%のPDHFPV及び0.06重量%のDCMをドーピングしてフィルムを製造し、370nmの単色光で光励起させることにより、1932 CIE色座標(0.29、0.32)の白色発光を得ることができた。

【実施例2】

【0036】

三成分含有白色発光材料の製造及びPLスペクトルIIの確認

液晶性フルオレン系発光物質であるPBSDHFSをブレンドのホスト及びエネルギー伝達のドナーとして使用し、やはりフルオレン系発光物質であるポリ(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジビニレン-m-フェニレンビニレン-stat-パーフェニレンビニレン)(CPDHFPV)及び低分子発光物質であるDCMをドーパントとして使用した。ホストのPBSDHFSとドーパントのCPDHFPVとから構成された二成分系ブレンドにおいてCPDHFPVの濃度を変化させた結果、0.015重量%でPBSDHFSとCPDHFPVとのPL強度がほぼ同一となった。また、DCMをドーパントとして使用した場合も、0.06重量%でやはりPBSDHFSのPL強度とDCMのPL強度がほぼ同一となった。最終的に、PBSDHFSに0.015重量%のCPDHFPV及び0.06重量%のDCMをドーピングしてフィルムを製造し、370nmの単色光で光励起させることにより、白色発光を得ることができた。

【実施例3】

【0037】

三成分含有白色発光材料を使用したEL素子の製造I

PBSDHFSに0.014重量%のPDHFPV及び0.06重量%のDCMをドーピングして高分子発光ブレンド材料を製造した。このとき、使用した溶媒は、クロロベンゼンであった。次いで、ITO被覆ガラス基板にこのブレンド材料を65nmの厚さにスピンキャストした後、 2×10^{-5} torrの高真空下でアルミニウム電極を蒸着してEL素子を製造した。

【0038】

〔比較例〕

PBSDHFS単一物質を発光層に使用したEL素子の製造

PBSDHFSを、クロロベンゼンを溶媒として使用して溶かし、ITO被覆ガラス基板に65nmの厚さでスピンキャストした後、 2×10^{-5} torrの高真空下でアルミニウム電極を蒸着してEL素子を製造した。

【実施例4】

【0039】

三成分含有白色発光材料を使用した素子のELスペクトルの分析

実施例3と同様の方法により製造されたEL素子のELスペクトルをISS PC1フォトン計数蛍光分光計(photon counting spectrofluorometer)及び電流、印加電圧及びルミネッセンスを同時測定するKeithley 236ソースメジャメント装置(source measurement unit)を使用して測定した。図6に示したように、印加電圧18Vから23Vの間で白色発光を示した。1932 CIE色座標を計算した結果、図7に示したように、全ての発光色座標は白色発光領域に含まれることが確認された。

【実施例5】

【0040】

三成分含有白色発光材料を使用して製造された素子のEL特性の評価

実施例3と同様の方法により製造されたEL素子の電流-電圧-発光強度(I-V-L)特性を、オプティカルパワーメータ(Optical powermeter)(NewPort 1830-C)、フォトダイオード(Photo diode)(NewPort 818-UV)及びソースメジャメント装置(Keithley 236)を使用して測定することにより、量子効率を計算した。

【0041】

図8は、電流の関数として測定した各EL素子の外部の量子効率を示すグラフであり、(■)は比較例のEL素子を示し、(●)は実施例3で製造されたEL素子を示す。図8に示したように、この量子効率は0.047% (ph/el)として、単層膜素子であることを考慮すると、比較的大きい値である。実施例3のEL素子の発光効率は、比較例の方法により製造されたPBSDHFSのみからなるEL素子の発光効率に比べて、著しく増加していることが分かる。したがって、本発明は、量子効率までも向上し得る方法であることが確認された。

【実施例6】

【0042】

三成分含有白色発光材料を使用したEL素子の製造II.

発光性ブレンドのホストとしてPBSDHFSを使用し、0.05重量%のアルミナキノン(A193)及び0.06重量%のDCMをドーピングし、このブレンドを120nmの厚さにスピンキャストリングし、その上にカルシウム電極を蒸着した後に銀電極を蒸着させることを除いては、実施例3と同様の方法によりEL素子を製造した。

【実施例7】

【0043】

四成分含有白色発光材料を使用したEL素子の製造I

発光性ブレンドのホストとしてポリ(9-ビニルカルbazol)を使用し、CPDHFPPVを0.03重量%、アルミナキノン(A193)を0.05重量%及びDCMを0.06重量%ドーピングし、このブレンドを120nmの厚さにスピンキャストリングし、その上に電極としてマグネシウム層を蒸着させることを除いては、実施例3と同様の方法によりEL素子を製造した。

【実施例8】

【0044】

四成分含有白色発光材料を使用したEL素子の製造II

発光性ブレンドのホストとしてPBSDHFSを使用し、PDHFPPVを0.014重量%、アルミナキノン(A193)を0.05重量%及びDCMを0.06重量%ドーピングし、このブレンドを100nmの厚さにスピンキャストリングし、その上にLiFを1nmの厚さに熱蒸着した後、アルミニウムを蒸着させることを除いては、実施例3と同様の方法によりEL素子を製造した。

【実施例9】

【0045】

四成分含有白色発光材料を使用したEL素子の製造III

発光性ブレンドのホストとしてPBSDHFSを使用し、CPDHFPPVを0.02重量%、アルミナキノン(A193)を0.05重量%及びMEH-PPV(ポリ[2-メトキシ-5-(2'-エトキシ-ヘキシルオキシ)-1,4-フェニレンビニレン])を0.03重量%ドーピングし、このブレンドを100nmの厚さにスピンキャストリングし、その上にLiFを1nmの厚さに熱蒸着した後、アルミニウムを蒸着させることを除いては、実施例3と同様の方法によりEL素子を製造した。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】フェスタエネルギー伝達のために要求される吸光及びPLスペクトルの条件を示したグラフである。

【図2】ポリ(2,7-ビス(4-メチル-2-フェニル)ベンゾ[1,2-b:4,5-b']ジチアゾレン-5,9-ジイル) (PBSDHFS)、ポリ(9,9'-ジ-4-メチル-2-フェニルフルオレン-5,5'-ジイル) (PDHFPPV) 及び4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(4-メチル-2-フェニル)シロリン (DCM) の吸光及びPLスペクトルである。

【図3】PDHFPPVのドーピング濃度に係るPBSDHFS/PDHFPPV2元系

10

20

30

40

50

ブレンドのPLスペクトルである。

【図4】DCMのドーピング濃度に係るPBSDHFS/DCM2元系ブレンドのPLスペクトルである。

【図5】本発明によるEL素子を示した断面図である。

【図6】異なる印加電圧下で測定したPBSDHFS/PDHFPPV(0.014重量%) / DCM(0.06重量%) 3元系ブレンドにより製造された有機発光素子のELスペクトルである。

【図7】異なる印加電圧下で測定したPBSDHFS/PDHFPPV(0.014重量%) / DCM(0.06重量%) 3元系ブレンドにより製造された有機発光素子の色座標である。

【図8】実施例3及び比較例において記載された方法によって製造された各素子の電流の関数としての量子効率を示したグラフである。

【符号の説明】

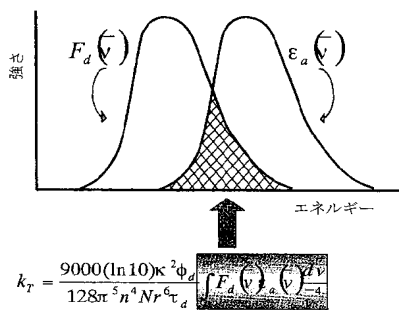
【0047】

- 1：基板
- 2：半透明電極
- 3：正孔輸送層
- 4：高分子白色発光層
- 5：電子輸送層
- 6：金属電極

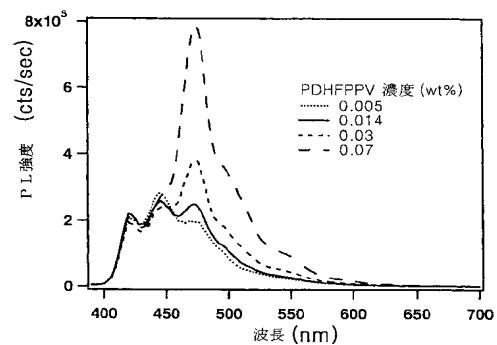
10

20

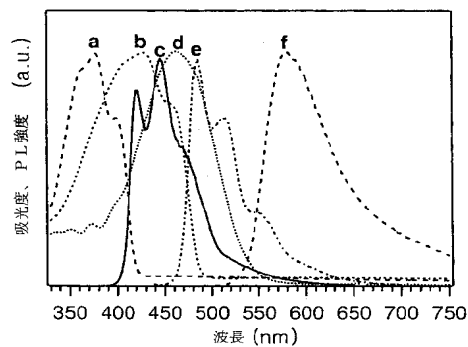
【図1】



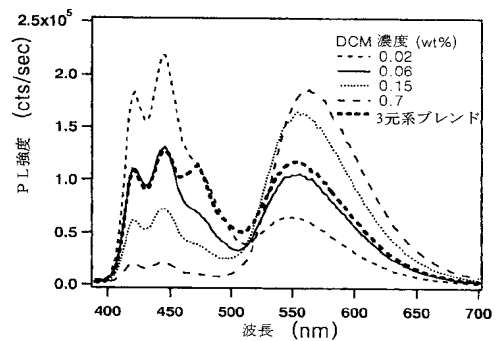
【図3】



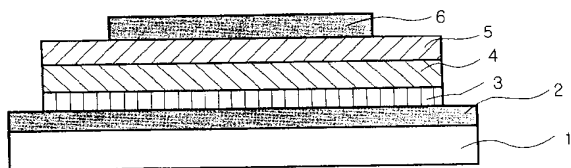
【図2】



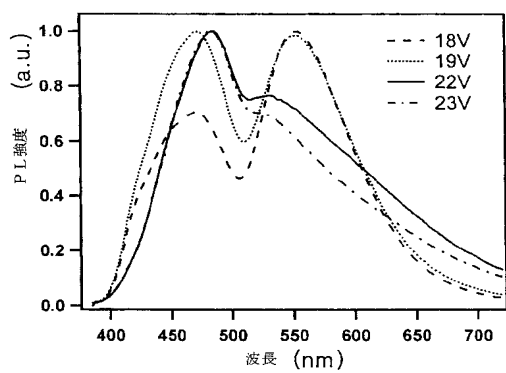
【図4】



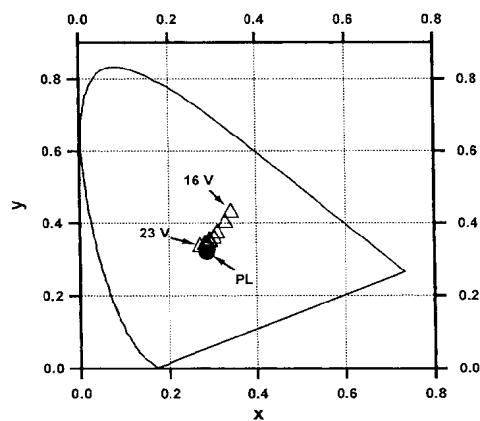
【図 5】



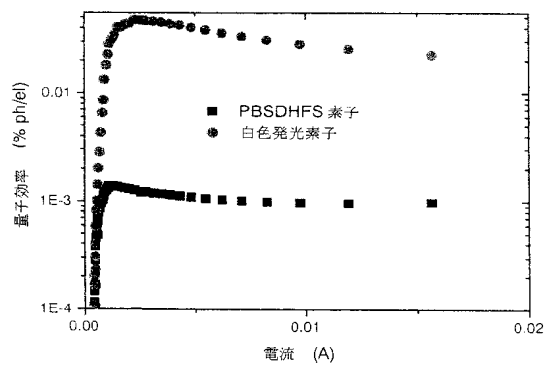
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H 0 5 B 33/28	C 0 9 K 11/06	6 5 5
	C 0 9 K 11/06	6 6 0
	C 0 9 K 11/06	6 8 0
	C 0 9 K 11/06	6 9 0
	H 0 5 B 33/02	
	H 0 5 B 33/22	B
	H 0 5 B 33/22	D
	H 0 5 B 33/26	Σ
	H 0 5 B 33/28	

(72)発明者 南
大韓民国ソウル特別市陽川区新亭洞 木洞アパート 9 2 5 - 1 5 0 1

(72)発明者 李 泰雨
大韓民国釜山 域市江西区大渚 2 洞 6 3 2 3 1 5 / 2

(72)発明者 朴 五▲おく▼
大韓民国大田 域市儒城区弓洞 3 9 2 大同ビルリッジH-1

(72)発明者 金 在敬
大韓民国ソウル特別市麻浦区大興洞 泰 アパート 1 0 2 - 7 0 2

(72)発明者 在雄
大韓民国ソウル特別市瑞草区盤浦洞 盤浦アパート 5 5 - 3 0 6

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB04 AB11 CA00 CB01 CC00 DB03 FA01